

1) перегруженность процедур экологического мониторинга в разных отраслях жизнедеятельности;

2) децентрализация центров по экологическому сопровождению промышленных организаций;

3) отсутствие четкого механизма совершенствования правового регулирования в сфере обеспечения экологической безопасности.

С развитием производства в регионах увеличиваются также размеры ущерба, наносимого окружающей среде. Поэтому поддержание приемлемого уровня экологической безопасности все чаще становится актуальным для общества.

Список использованных источников

1. Кривошеин Д.А. Экологическая безопасность / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, И.И. Роева [и др.]; под ред. Муравья Л.А. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2016 году».

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2015 году».

4. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учебное. пособие, 2-е изд. – М.: «Академия», 2004. – 480 с.

УДК 669.16.228.001.57

О. С. Горбацкий, Е. В. Киселев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА КАМЕРНОЙ ПЕЧИ СО СТАЦИОНАРНЫМ ПОДОМ, С УСТАНОВКОЙ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ В СВОДЕ

Аннотация

Камерные печи предназначены для выполнения термообработки (закалки и высокого отпуска) деталей общего машиностроения. Камерные печи очень важны, так как позволяют проводить качественную термообработку металла и выдерживать определенные тепловые режимы. Качественный камерный нагрев играет большую роль в металлургии, так как позволяет повысить качество выпускаемого металла. Камерные печи периодического действия являются самой простой и универсальной конструкцией термических печей. Их применяют при единичном и серийном производстве, когда приходится нагревать детали, разнообразные по форме, размерам, марке стали и режимам термической обработки. Температура в камерной печи постоянна, но может меняться во времени при нагреве и охлаждении деталей, посадке новой партии и т.п. Конструкции камерных печей рассматриваются согласно принятой классификации по способу загрузки деталей и устройству рабочей камеры. Проведено моделирование газодинамики рабочего пространства камерной печи со стационарным подом, с установкой плоскостных горелочных устройств в своде, при помощи SolidWorks, а именно модуля SolidWorks Flow

Simulation. Была получена траектория движения газовой смеси, которая свидетельствует о целесообразности использования данного метода установки горелочных устройств.

Ключевые слова: камерная печь, нагрев, термообработка, конструкция, горелочные устройства, модель, SolidWorks Flow Simulation, газодинамика.

Abstract

Chamber furnaces are designed for heat treatment (quenching and high tempering) of general engineering items. Chamber furnaces are very important, since they allow performing high-quality heat treatment of metal and withstand certain thermal conditions. Qualitative chamber heating plays an important role in metallurgy, since it allows to improve the quality of the produced metal. Chamber furnaces of batch operation are the simplest and most versatile construction of thermal furnaces. They are used for single and series production, when it is necessary to heat the parts, various in shape, size, steel grade and heat treatment modes. The temperature in the chamber furnace is constant, but it can change with time when the parts are heated and cooled, a new batch is planted, and so on. The designs of chamber furnaces are considered according to the accepted classification by the way of loading parts and the device of the working chamber. Modeling of the gasdynamics of the working space of a chamber furnace with a stationary hearth, with the installation of flat-flame burners in the vault, with the help of SolidWorks, namely the module SolidWorks Flow Simulation. The trajectory of the gas-air mixture movement was obtained, which indicates the expediency of using this method of installing burners.

Key words: chamber furnace, heating, heat treatment, design, burners, model, SolidWorks Flow Simulation, gas dynamics.

В данной работе предложен метод исследования аэродинамического состояния в рабочем пространстве камерной печи со стационарным подом, с установкой горелочных устройств в своде с применением средств компьютерного моделирования и инженерного анализа. Необходимость данной работы возникла в связи с тем, что проектируемая печь рассматривалась с различными системами отопления печи:

- с установкой горелочных устройств в задней стенке печи;
- с установкой горелочных устройств в своде печи.

В конечном итоге печь работает с системой отопления с установкой горелочных устройств в задней стенке печи в связи с тем, что недостаточно расчетных подтверждений в пользу системы отопления с установкой горелочных устройств в своде. В соответствии с этим появилась необходимость моделирования газодинамики в рабочем пространстве печи для полноценного понимания о траектории движении газов в рабочем пространстве. Для системы сводового отопления печи были выбраны плоскопламенные горелки [1].

Работа осуществлялась поэтапно и состояла из двух частей:

- работа с эскизами печи и получение 3D-моделей [2];
- расчет газодинамики внутреннего пространства, представление результатов расчета в графическом виде [3].

Первому этапу работы соответствует создание твердотельной модели печи в пакете КОМПАС 3D. Модель печи создавалась как набор деталей, соответствующих элементам конструкции печи. Несмотря на некоторое конструктивное упрощение, геометрия деталей воспроизводит реальный объект с точностью достаточной для решения поставленной инженерной задачи. Для обеспечения возможности обмена данными твердотельная модель создавалась с учетом стандартов расчетной среды SolidWorks, а именно:

- модель упрощена, мелкие элементы, которые не влияют на решение задачи, не показаны;
- удалены сквозные отверстия, входные и выходные отверстия снабжены крышками;
- определен способ соединения и соблюдены основные присоединительные размеры деталей сборки.

Подготовительные действия выполнялись на стадии подготовки деталей сборки в пакете КОМПАС 3D. Перенос графики осуществлялся по подетально, а необходимые соединения и привязки производились средствами SolidWorks (рис. 1). Наиболее удовлетворительные результаты обмена информацией получилась между системами КОМПАС 3D и SolidWorks при использовании формата STEP.

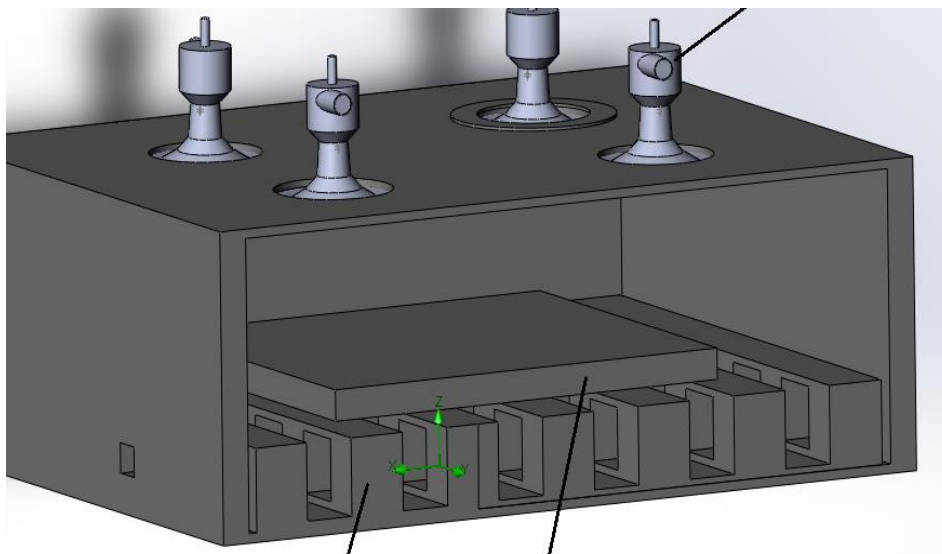


Рис. 1. Модель печи в редакторе Solidworks

Чтобы сделать решение задачи в программе Flow Simulation возможным, изначально сформулировали и приняли следующие условия.

1. Решаемую задачу считаем стационарной, полагая, что отсутствуют подвижные элементы; геометрия объекта в процессе расчета остается неизменной;
2. В расчете учли процесс gravity (гравитация);
3. Компоненты газовой среды – не вступающими в химическое взаимодействие между собой.

На следующем шаге определили газообразные вещества, которые рассмотрены в данном проекте. В списке Gases (газы) выбирали methane (метан) и air (воздух). Здесь же указали тип течения laminar and turbulent (ламинарный и турбулентный).

Далее задали wall conditions (условия на стенках). По умолчанию для всех поверхностей поставили значение adiabatic wall (адиабатическая стенка).

Следуя инструкциям мастера проекта, перешли к определению расчетной сетки. В данной задаче для качественного отображения результатов расчета оставили автоматически выставленные параметры сетки без изменения. Уменьшение шага расчетной сетки нецелесообразно, так как для решения понадобилось бы больше времени и вычислительных ресурсов.

При решении внутренних задач, когда расчетная область очерчена стенками модели, задали входные (Inlet) и выходные (Outlet) граничные условия текучей среды.

В качестве поверхности, где применено граничное условие, показываем торцевые грани горелок.

В параметрах потока указали значение объемного расхода газа $V_v = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ и воздуха $V_r = 0,002 \text{ м}^3/\text{с}$, давление $P = 101325 \text{ Па}$ температуру горелок $1200 \text{ }^\circ\text{C}$. Выделили на поверхности стенок отверстия, соответствующее газоотводящему каналу. На выходе в газоотводящий канал указали давление $P=101275 \text{ Па}$ (разрежение $P = -50 \text{ Па}$). Результаты расчета Flow Simulation позволили наблюдать за траекториями движения текучей среды. Воспользуемся этим инструментом для исследования аэродинамики рабочего пространства камерной печи со стационарным подом с установкой горелочных устройств, в своде. Результат расчета Solidworks Flow Simulation можно наблюдать на рисунке 2.

Полученная картина свидетельствует о эффективном размещении плоскопламенных горелочных устройств. Интенсивное движение газов наблюдается по своду печи и по стенкам рабочего пространства.

При помощи команды Cut Plot (картина в сечении) получили поле скорости по выбранному сечению. Программа показала распределение параметра в виде градиентных полей. На рис. 3 и 4 изображено поле скорости в горизонтальных сечениях.

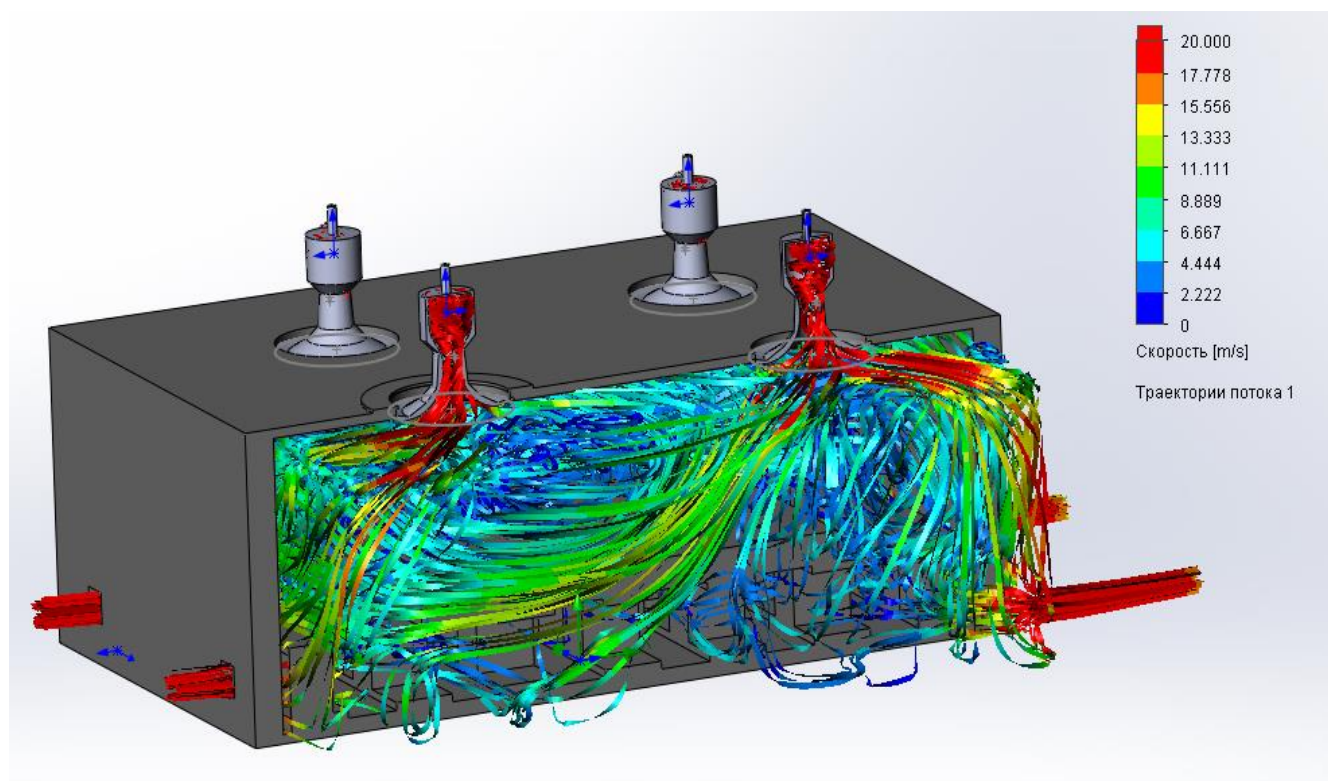


Рис. 2. Траектории движения газовых потоков в рабочем пространстве печи

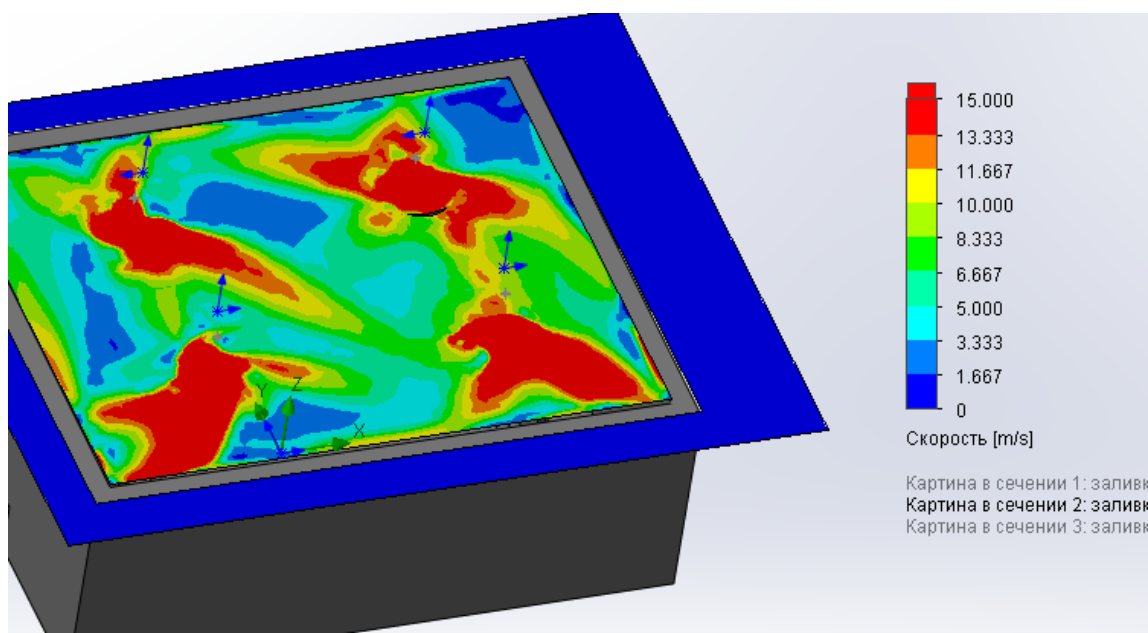


Рис. 3. Распределение поля скоростей в горизонтальном сечении на выходе из горелок

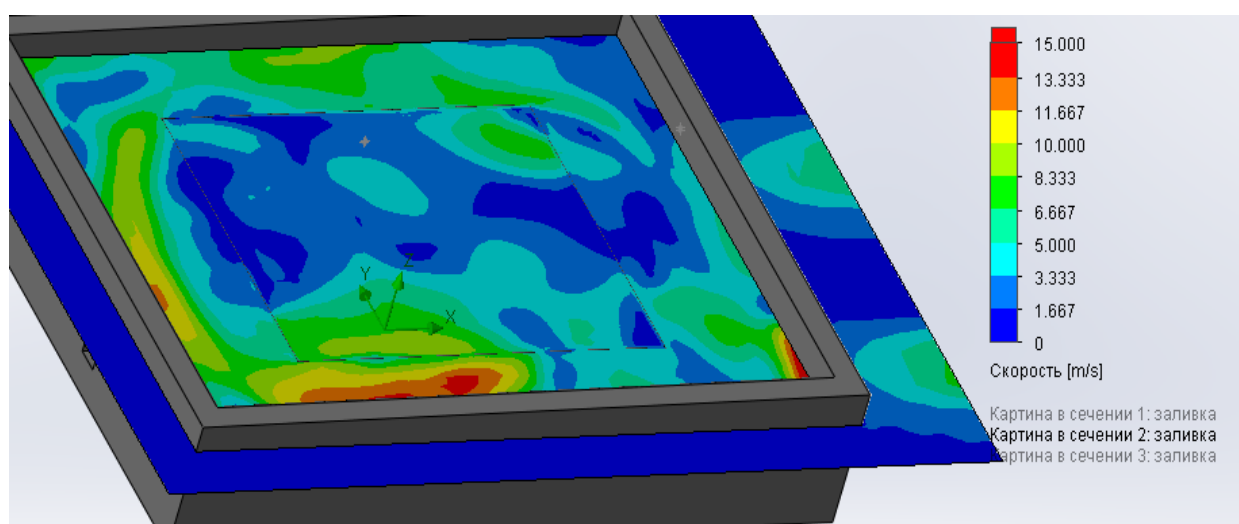


Рис. 4. Распределение поля скоростей в горизонтальном сечении над заготовкой

Горизонтальный разрез демонстрирует, что движение газов равномерно охватывает области рабочего пространства печи под сводом и горелками. Потoki устремлены в разные стороны вдоль свода, плавно уходя вниз по стенкам рабочего пространства.

Для наглядного восприятия движения газовых потоков в рабочем пространстве камерной печи, так же можно рассмотреть поле скоростей в продольном сечении. На рис. 5 и 6 изображено поле скорости в продольных сечениях.

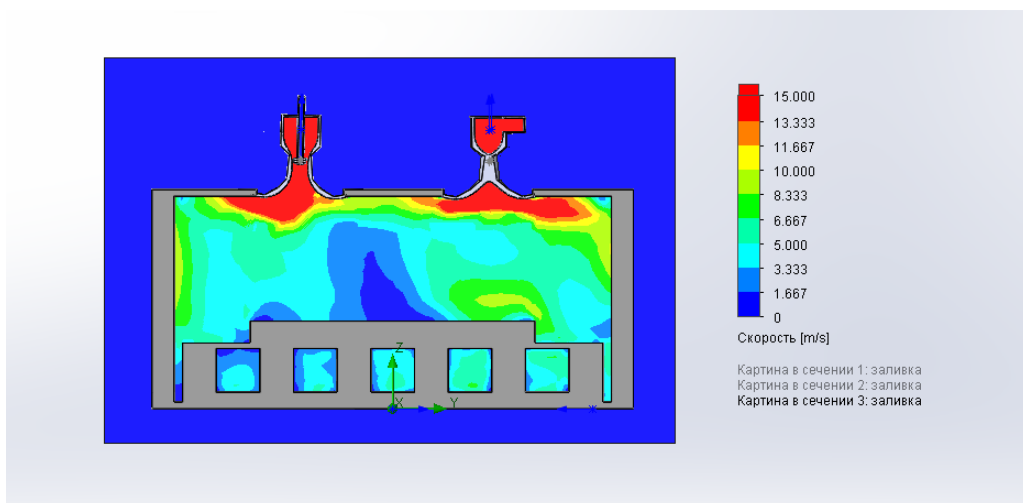


Рис. 5. Распределение поля скоростей в продольном сечении по оси горелок

Продольный разрез демонстрирует, что движение газов охватывает почти всю область по периметру печи и минимально распространяется около заготовки. За счет этого в основном будет преобладать лучистый теплообмен. Так как заготовка имеет небольшую толщину нагрев за счет излучения позволит нагреть заготовку с не большой разницей в продольном сечении.

В результате моделирования и анализа газодинамики рабочего пространства камерной печи с установкой плоскопламенных горелочных устройств в своде недостатков не было обнаружено, так как вся поверхность рабочего пространства интенсивно и равномерно прогревалась с минимальным воздействием на заготовку.

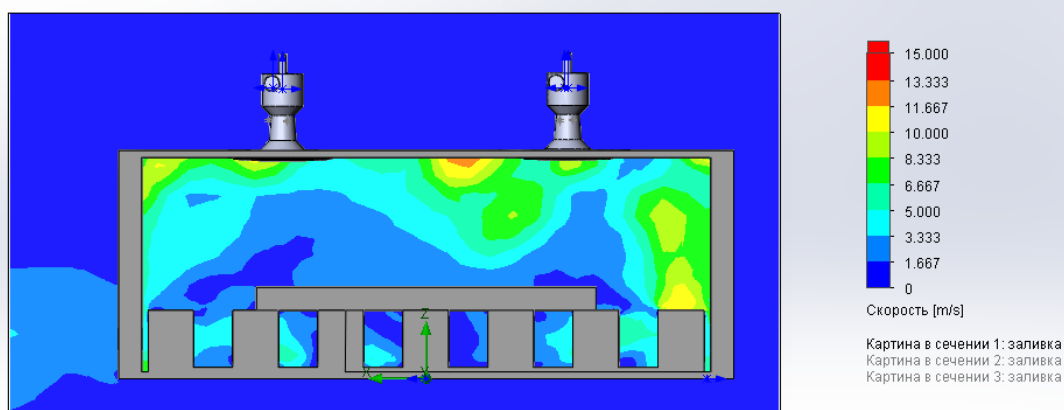


Рис. 6. Распределение поля скоростей в продольном сечении по центру рабочего пространства камерной печи

Таким образом следует сделать вывод о том, что предложенная методика компьютерного моделирования аэродинамического состояния в рабочем пространстве дает возможность без натурального эксперимента оценить и выбрать рациональный способ подвода горелочных устройств в рабочее пространство камерной печи.

Список использованных источников

1. Горелочные устройства промышленных печей и топок (конструкции и технические характеристики). Справочник / А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, Т.В. Калинова. – М.: «Интернет Инжиниринг», 1999 – 560 с.
2. Учимся правильно дуть в Solidworks flow simulation [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/maniak26/learning-how-to-blow-in-solidworks-flow-simulation/> (Дата обращения: 28.04.2018).
3. Обучающие видео материалы КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. URL: <http://kompas.ru/publications/video/> (Дата обращения: 25.04.2018).

620.191.32

О. С. Горшкова, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МЕТОДИКА ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ РОТОРНОЙ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ И ОКАЛИНЫ

Аннотация

Одной из важнейших тенденций стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2020 года является ресурсосбережение и снижение негативного экологического воздействия на фоне повышения стоимости энергоресурсов и требований к охране окружающей среды [1]. В настоящее время на ряде крупных металлургических предприятиях Урала скопилось большое количество замасленной окалины, которая, с одной стороны, является источником загрязнения окружающей среды, а, с другой – крупным источником богатого железом металлургического сырья. В условиях дефицита богатой товарной руды эти материалы после соответствующей подготовки могут быть эффективно использованы как в доменном, так и сталеплавильном переделах. Предлагаемые в настоящее время технологии по переработке замасленной окалины термическими способами характеризуются спеканием образующегося материала в виде нетехнологического продукта, низкой удельной производительностью, интенсивным сажевыделением, значительным пылевыносом, недостаточным извлечением масла и др. Часть этих разработок была реализована в промышленных масштабах. Однако наличие все возрастающих отвалов окалины свидетельствует об отсутствии эффективного способа ее переработки. В данной работе представлена установка для переработки маслосодержащих отходов и окалины. В основу реализуемого способа обезмасливания положена технология возгонки масла за счет непосредственного нагрева окалины дымовыми газами, что обеспечивает устойчивость и высокую производительность процесса.

Ключевые слова: замасленная окалина, утилизация отходов, технологическая установка.

Abstract

One of the most important trends in the development strategy of the Russian metallurgical industry for the period until 2020 is resource saving and reduction of the negative environmental impact against the background of an increase in the cost of energy resources and environmental protection requirements [1]. Currently, a number of large metallurgical plants in the Urals have accumulated a large amount of oily scale, which, on the one hand, is a source of environmental pollution, and, on the other,